Mappe di grotta

Principi di disegno

marco.corvi@gmail.com

Versione **2023-02-09**

Introduzione

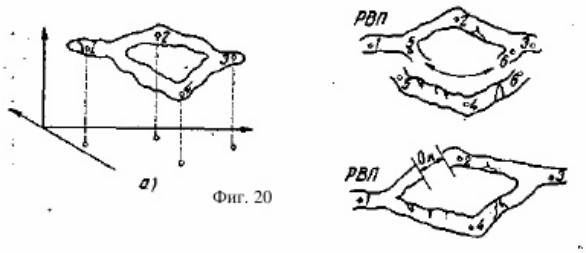
Questo documento si propone di presentare una riflessione su come si disegnano i rilievi, le mappe delle grotte.

Non e' un manuale di rilievo ipogeo. Non descrive come si raccolgono i dati in grotta, quali misure si fanno e come, cosa bisogna osservare e annotare, etc. Non viene trattata la riduzione dei dati, la costruzione della poligonale, ..., argomenti ampiamente e dettagliatamente trattati nei manuali di rilievo di grotta, e oramai gestite automaticamente dai programmi di rilievo. Non affronta la questione delle relazioni fra rilievi e cartografia (2D e 3D). Non ha la pretesa di fornire soluzioni definitive, ma piuttosto di dare spunti per "leggere" i rilievi pubblicati, comprendere le scelte fatte dagli autori, e valutarne l'efficacia in considerazione delle finalita' dei rilievi, che sono principalmente documentative e comunicative (funzioni della platea cui si rivolge il rilievo).

A parte dare un elenco della simbologia per i rilievi ipogei, in generale i manuali di topografia ipogea danno molto spazio alle misurazioni, ai conti per la restituzione, ai calcoli cartografici e a come tracciare la poligonale sul foglio. Riportano la simbologia, che sarebbe l'alfabeto delle mappa di grotta, ma dedicano poco spazio alle "tecniche di disegno", cioe' a "come si scrive", dando per scontato che gli speleotopografi sappiano disegnare. Disegnare rilievi e' come scrivere i "temini" a scuola. All'inizio sembra che ci siano tanti dettagli della sintassi cui fare attenzione. Poi con la pratica questa diventa automatica, i paragrafi si compongono senza sforzo con naturalezza. Per il disegno delle mappe di grotta e' lo stesso.

Questo scritto cerca di individuare i dettagli che contribuiscono alla comunicativita' del rilievo, quelli cui prestare attenzione. Con la pratica diventano naturali, come l'uso del congiuntivo nella lingua parlata. In alcuni manuali questa problematica e' accennata, in altri affrontata piu' accuratamente.

"Mapping Caves and Abyss" di P. Tranteev e Y. Velinov (1981) contiene una discussione dei problemi che sorgono con rami sovrapposti in pianta, e di problemi nel profilo, nonche' accenni alla scelta del piano di sezioni trasversali, per migliorare la significativita' del rilievo (figura a lato).



Фиг. 20

"La Rappresentazione delle Cavita'" di L. Salvatici (1981) affronta diverse problematiche del disegno di mappe di grotta. In particolare contiene una discussione sulla enfatizzazione del contorno della grotta. Vengono presentate parecchie soluzioni in auge al tempo (figura alla pagina seguente). Da notare che la rappresentazione degli strati nel profilo produce delle apparenti incostistenze, poiche' i rami vengono "ruotati" per stare nel profilo longitudinale. Inoltre essa e'

problematica per la difficolta' di valutare le giaciture.

"A Guide to Cave Mapping" di J. Ganter (2da ed. 2000) si focalizza sul rilievo come elemento di comunicazione, e ne enfatizza la leggibilita'. Non da' suggerimenti specifici, ma invita a riflettere su come si esegue il rilievo (in grotta e nella stesura della mappa). Conclude con una serie di utilissimi consigli per migliorare.

La sezione sulla topografia ipogea di "SpelaoMerkBlatter" curata da E. Herrmann (2007-2010) contiene delle indicazioni riguardanti la rappresentazione in pianta in alcuni casi paricolari con discontinuita' del fondo della galleria.

"On Station" di G. Dasher (1994) ha un capitolo dedicato al disegno delle mappe di grotta, in cui affronta alcune specifiche problematiche, tra cui la "dimensione" della galleria in pianta, e la gestione delle sovrapposizioni. La figura in basso (rappresentazione del bordo della galleria in pianta) e' interessante. Usa un tratto puntinato per i bordi sottostanti, e uno tratteggiato per quelli soprastanti. In generale, la scuola americana fa un uso smodato di indicazioni delle altezze con numeri in cerchietto, e quota dei capisaldi. La dimensione verticale e' sovente indicata numericamente. La vista in pianta e' enfatizzata, e presenta una grande (se non eccessiva) ricchezza di dettagli. Gran numero di sezioni trasversali per la morfologia delle gallerie. Infine un'attenzione alla componente "artistica" nella mappa.

Il presente documento segue e approfondisce l'impostazione di "Topografia Espeleologica" di A.M. Rius (1983) della scuola spagnola, dove le grotte hanno sovente uno sviluppo verticale. Quindi anche il profilo assume la sua importanza, accanto alla pianta e alle sezioni trasversali. Semplificazione dei dettagli, attenzione alla semantica insita nel disegno dei dettagli e cura delle nitidezza della mappa sono alcuni degli elementi salienti di questo lavoro.

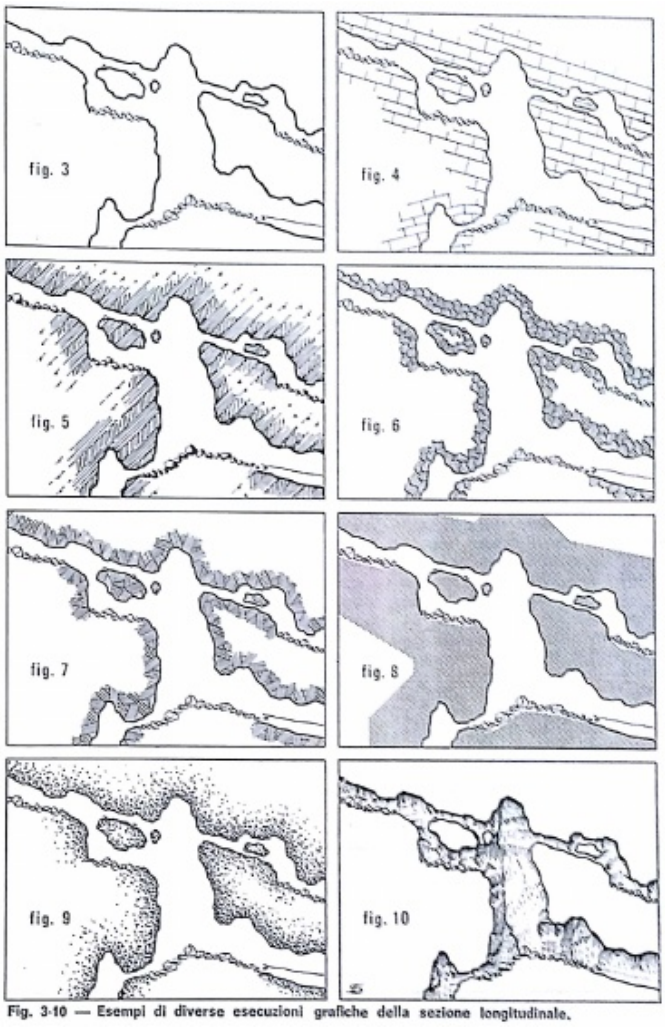


Fig. 3-10 — Esempi di diverse esecuzioni grafiche della sezione longitudinale.

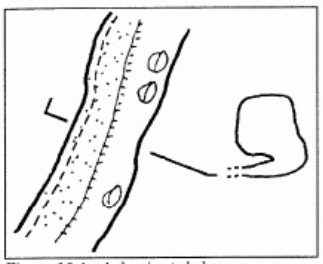


Figure 16.4—A dominate ledge over a subordinate undercut.

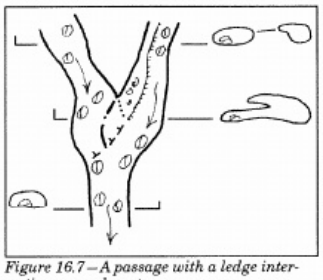


Figure 16.7—A passage with a ledge intersecting an undercut passage.

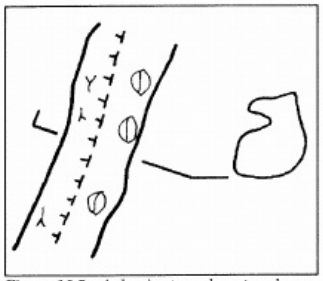


Figure 16.5—A dominate undercut under a subordinate ledge.

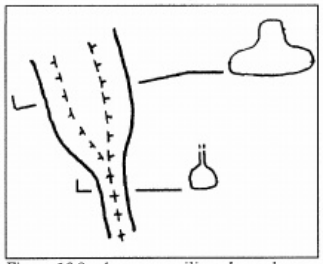


Figure 16.8—A narrow ceiling channel grading into a wide ceiling channel.

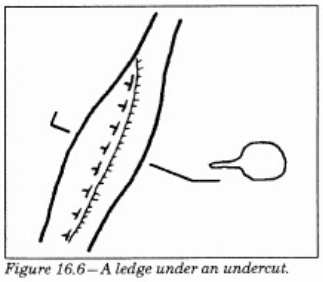


Figure 16.6—A ledge under an undercut.

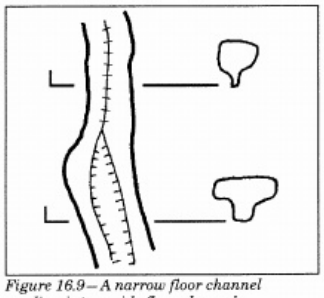
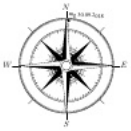


Figure 16.9—A narrow floor channel grading into a wide floor channel.

Mappe di grotta

Le mappe sono una rappresentazione semplificata della realta' geografica. Le caratteristiche delle mappe geografiche sono la scala, la proiezione e il simbolismo. Una peculiarita' specifica delle mappe di grotta e' il fatto che si compongono di almeno due viste: pianta e profilo. Inoltre queste possono essere integrate da sezioni trasversali, per rappresentare piu' compiutamente le morfologie della grotta (sezione verticale di una galleria, o sezione orizzontale di un pozzo).
Per la pianta delle mappe di grotta la **proiezione** e' sempre una projezione piana (azimutale). La sola discriminante e' l'orientazione della pianta, al Nord geografico o magnetico, la cui indicazione deve esser quindi sempre presente (figura). Il profilo e' composto da projezioni di porzioni di grotta su diversi piani verticali (perpendicolari al piano della pianta). Le sezioni trasversali sono projezioni di una "fetta" di grotta in un piano verticale perpendicolare alla direzione (azimut) della galleria, oppure in un piano orizzontale, per le sezioni di pozzi.



Le **scale** delle mappe di grotta vanno da 1:100 (grande scala) a 1:2000 (piccola scala) o anche meno. Nelle mappe di grotta la scale di pianta, profilo e sezioni trasversali devono essere uguali per facilitare il collegamento mentale fra esse. La scala delle sezioni trasversali puo' essere doppia rispetto a quella di pianta e profilo solo per evidenziare importanti dettagli.
Il numeratore della scala e' convenzionalmente sempre 1. In genere, il denominatore della scala per le grotte e' 1, 2, o 5 per una potenza di 10, anche se sono accetabili anche altre scale, e.g. 1:2500. La scala viene indicata graficamente sulla mappa con una barra, divisa in parti regolari, con i valori delle dimensioni reali e l'unita' di lunghezza (cioe' m che e' l'unita' ISO per le lunghezze). Deve essere riportato anche il valore numerico della scala, eg, 1:200, che indica per quale scala e' stata redatta la mappa.

Nelle piante di grandi sistemi puo' esser indicato il reticolato cartografico, a passi di 100 m. A volte si indicano solo gli incroci delle linee di coordinate. I valori delle coordinate sono riportati ai bordi del reticolato. Nelle mappe del profilo di abissi puo' venir messo il riferimento verticale, una linea verticale con indicate le profondita' (o le quote s.l.m.) a passi di 100 m (v. p. XX).

Altre informazioni accessorie essenziali riportate sulle mappe sono:

- il nome della grotta e/o del ramo di grotta
- le coordinate dell'ingresso principale (per le mappe di grotta)
- la data di compilazione
- gli autori del rilievo
- gli autori della mappa

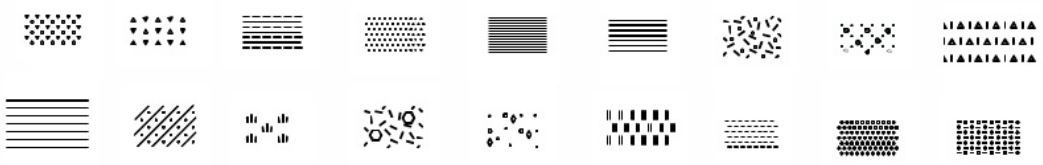
La **simbologia** e' il linguaggio con cui sono "scritte" le mappe. Si compone di elementi grafici (punti, linee, aree) e testo. Curando il modo in cui sono rappresentati i diversi elementi che compongono la mappa si stabilisce una "gerarchia visuale" in cui gli elementi piu' importanti risaltano rispetto a quelli secondari, che stanno in secondo piano. Per esempio interrompendo la linea di contorno di un ramo, che passa sotto un altro, un poco prima che tocchi il contorno di quello superiore, il ramo sottostante viene messo "in secondo piano" anche se le due linee di contorno hanno la stessa "forza" (spessore e colore). Per le scritte la gerarchia visuale e' definita tramite la dimensione e lo spessore del testo (il font e' bene sia unico, altrimenti risulta una cacofonia di testi).

La dimensione minima di un tratto su una mappa su carta e' 0.5 mm, per consuetudine. La linea

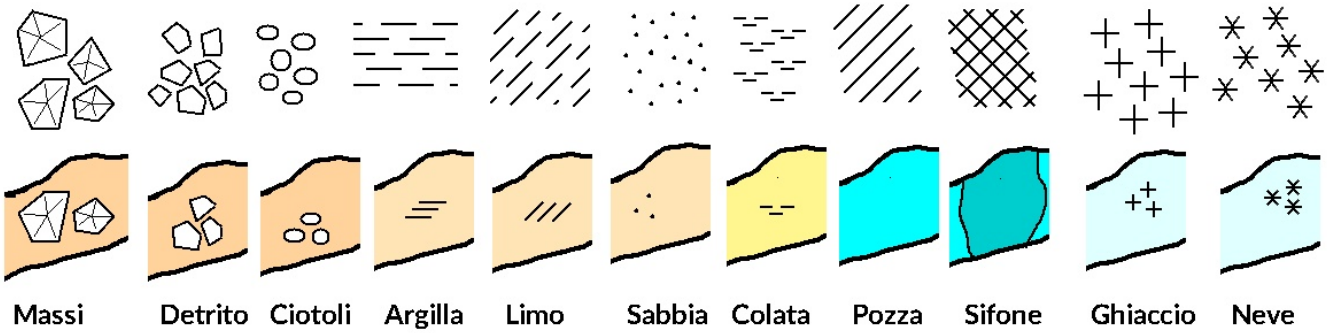
di bordo grotta deve quindi essere spessa almeno il doppio, 1 mm, per risaltare rispetto alle altre linee. Quindi essa corrisponde a 20 cm in scala 1:200, e mezzo metro in scala 1:500. In mappe a grande scala, 1:2000, il bordo grotta corrisponde a 2 m. Un condotto largo due metri a grande scala sarebbe una riga nera se non si enfatizzasse disegnandolo piu' largo (v. dopo).
Con una grande scala si possono mettere piu' dettagli nella mappa che con una piccola scala. Percio' le mappe a piccola scala risultano piu' simbolizzate.

Nonostante l'uso di un'estesa simbologia, le mappe di grotta tendono ad essere "pittoriche", riproduzioni visive della realta' anziche' interpretazioni. Questo e' dovuto alla consuetudine di rappresentare attraverso il disegno la grotta come "appare", senza elaborarne le caratteristiche per sintetizzare quelle che servono per la mappa in oggetto. Un esempio e' il disegno, nel profilo, di linee nelle pareti, come se queste fossero viste da fuori del foglio.

L'uso di una simbologia consolidata favorisce il processo di generalizzazione e concettualizzazione insito nella stesura di una mappa. Tuttavia la simbologia UIS e' minimale. Inoltre essa ammette l'utilizzo di certi elementi pittorici. Per esempio, stalattiti e stalagmiti possono essere disegnate ancorche' indicate iconograficamente. Sassi e massi sono disegnati, seppur schematicamente.



I depositi del pavimento sono poi resi riempiendo l'area della galleria. Questo approccio (un bias "geologico") e' simile alle carte geologiche o pedologiche in cui i differenti suoli sono indicati con tratteggi (tessiture) di tipo differente. La figura sopra riporta alcuni tratteggi usati per indicare i suoli del quaternario.
La riga superiore della figura sotto riporta alcuni esempi di tessiture per riempimenti di grotta. Non tutti sono simboli UIS. In particolare UIS ha un unico simbolo per ghiaccio e neve, diverso da quelli in figura, formato da trattini orizzontali e verticali intervallati e non intersecantesi. Per i sedimenti fini, argilla, limo, sabbia, UIS prevede un unico simbolo, una puntinatura, cosi' come per la sabbia (v. p. 6).



Il **colore** facilita l'identificazione dei simboli. La tinta del colore riflette la caratteristica simboleggiata: blu chiaro per acqua, marroncino per argilla, etc. Quindi si usa un colore blu per l'iconografia dell'acqua, e un colore azzurro per quella dell'aria. Pozze in blu tenue, sifoni in blu piu' intenso. Un colore rosso puo' esser usato per evidenziare prosecuzioni aperte su una mappa "esplorativa". Con il colore i riempimenti possono esser indicati da aree colorate con tinte tenui e con pochi simboli disambiguanti, come nella riga inferiore in figura. Il colore delle aree non e' troppo forte da sopprimere la visibilita' dei simboli (icone e linee).

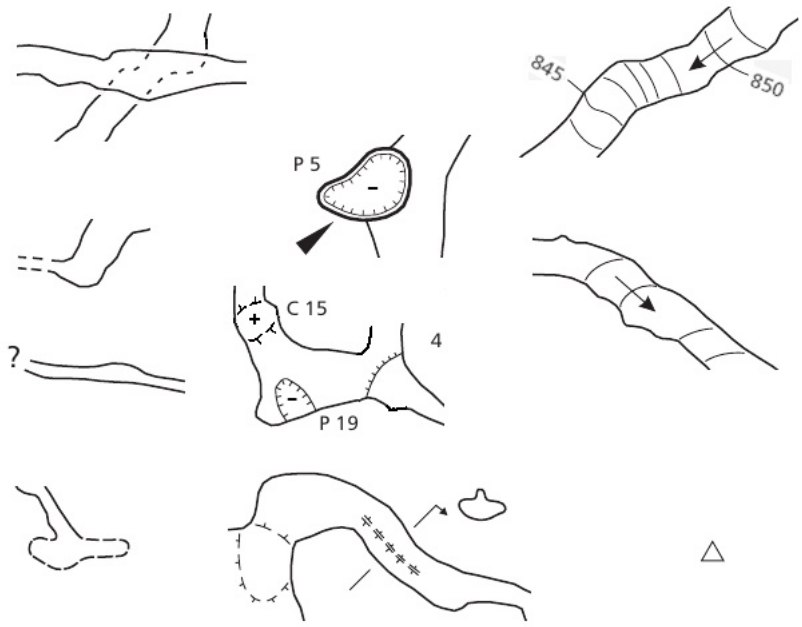
Un'altra soluzione consiste nell'usare un **grigio** tenue per le tessiture di modo che gli altri elementi

simbolici rimangono evidenti.

Usando il colore per differenziare il fondo delle gallerie, le **curve di livello** risaltano di piu'. La simbologia UIS prevede la possibilita' di tracciare le curve di livello (con le quote indicate a lato della galleria). Di fatto la rappresentazione delle curve di livello e' carente nelle mappe di grotta, principalmente per la difficolta' di fare le misurazioni necessarie per tracciare le curve di livello anche solo in modo approssimativo. Inoltre nelle grotte ad andamento prevalentemente verticale le curve di livello non risultano significative (in pianta), per le frequenti interruzioni. Si ricorre quindi ad una indicazione generica della pendenza usando una freccia "gradiente" orientata verso il basso (anch'essa prevista dalla simbologia UIS). La curvatura della linea trasversale differenzia un fondo concavo (a destra in figura alla pagina precedente) da uno convesso (a sinistra).

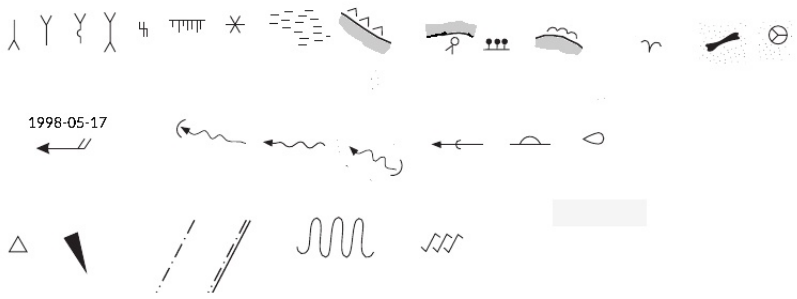
Una discederia ingombra di blocchi resa realisticamente a grande scala con "blocchi orientati" a piccola scala e' indicata da un blocco e la freccia della pendenza. Fra le due rappresentazioni a "grande scala" quella al centro in figura appare meno confusa e piu' "leggibile". Oltre ad utilizzare una rappresentazione piu' simbolica dei blocchi, questi sono disegnati con un colore grigio leggero e non arrivano a toccare la linea di contorno.

Principale simbologia UIS

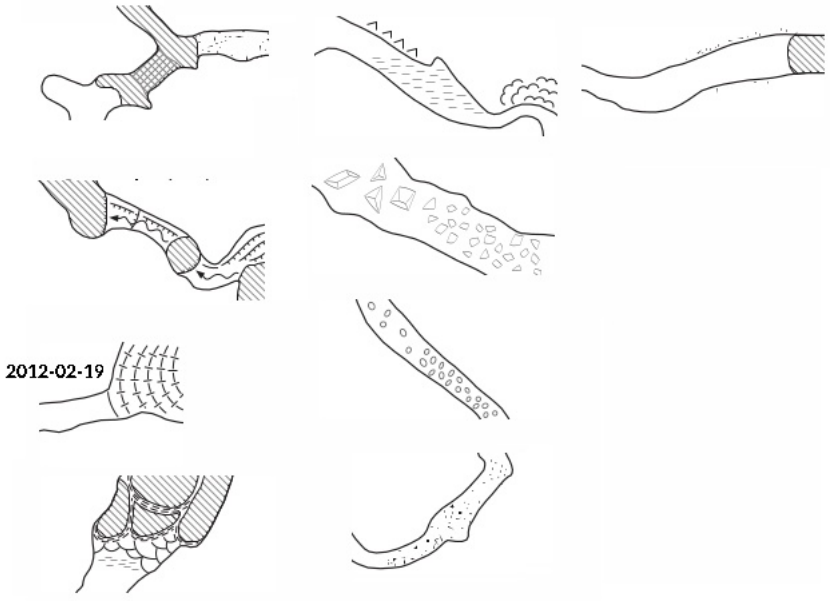


Simbologia UIS per pareti, pozzi etc.
A sinistra: galleria sottostante un'altra, terminazione stretta, possibile continuazione, parete presunta.
Al centro: ingresso a pozzo (con freccia di ingresso), camino, pozzo e risalto (senza attrezzi), forme del soffitto (duomo e canale di volta).
A destra: curve di livello con indicazione delle quote, e senza.

Da notare l'impiego della gerarchia visuale per rami sovrapposti e per la linea di sezione trasversale.



Iconografia UIS.
In alto: stalagmite, stalattite, cortina, colonna, eccentrica, tubolari, cristallo, colata calcitica (pavimento e parete), disco, popcorn, moonmilk, guano, ossa, reperti antropici.
Al centro: aria (con data, in formato ISO), flusso d'acqua (perdita, flusso, venuta), paleoflusso, scanalature, scallop.
In basso: caposaldo, freccia di ingresso, frattura, faglia, anastomosi, karren.



Simbologia UIS per i riempimenti.
A sinistra: pozze e sifoni, flusso d'acqua. ghiaccio/neve (con data), gours e colata di calcite.
Al centro: colata di calcite a pavimento e a parete, moonmilk, blocchi e detrito a spigoli vivi, ciotoli arrotondati e argilla, limo.
A destra: sabbia.

L'uso del grigio per i tratteggi e le "tessiture" non e' nel documento UIS.

Caratteristiche grafiche

Gli elementi di una mappa sono grafici, simboli iconici, linee e aree, e testuali, scritte e legende che completano la mappa. La scelta dei simboli, dei testi e delle loro caratteristiche dipende dalle finalita' della mappa, cioe' da cosa si vuole comunicare. Le caratteristiche grafiche di simboli e testo sono:

- dimensione
- forma / font
- orientazione
- tessitura / typeface (grassetto, italico, etc.)
- livelli di grigio / colore

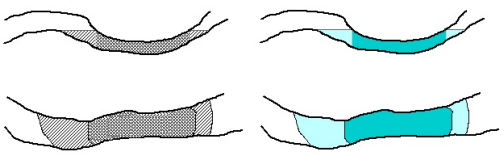
Simboli e testo coerenti fra pianta, profilo e sezioni aiutano la leggibilita'. Per esempio la dimensione del testo usato per indicare i pozzi uguale nelle diverse viste. Parimenti il tipo di carattere usato per indicare le profondita' dei pozzi sempre lo stesso. L'uso del maiuscolo uniforme e coerente. I toponimi scritti nello stesso formato; per esempio il toponimo dei pozzi riportati a capo della profondita' (P...) senza preposizione, e con l'iniziale maiuscola. Quindi anziche' "P60 dell'Artista" si scrive "P60 - L'Artista" oppure "P60 - Pozzo dell'Artista".

La **dimensione** e' associata alla rilevanza della caratteristica. Nelle mappe di grotta si usa la variabilita' di dimensione solo per i testi. La dimensione dei caratteri e' adattata a cio' cui il testo fa riferimento. I toponimi dei rami principali sono scritti con caratteri piu' grossi di quelli delle gallerie secondarie. Per i simboli iconografici la replica assume il ruolo della dimensione.

La **forma** e' usata per distinguere diversi tipi di concrezionamento: una Y indica poche stalattiti, piu' Y vicine indica molte stalattiti, similmente per stalagmiti, colonne e composizioni di esse. La corrente d'aria e' indicata simbolicamente con una freccia. La forma, il numero di alette, ne indicava l'intensita' (anche se e' un'indicazione molto soggettiva, dipende dalla dimensione della galleria ed e' soggetta a variazioni stagionali). Il simbolo UIS non prevede questa distinzione ed ha due alette. Esso prevede inoltre di indicare la data della rilevazione sopra la freccia. A proposito delle date (come delle altre quantita'), e' consigliabile scriverle nel formato standardizzato, anno, mese e giorno; per esempio "2022-04-26".

La forma distingue fra i diversi tipi di contorno: parete di roccia, blocchi, detrito, sabbia, argilla, ghiaccio e parete presunta. Nella simbologia UIS questo e' indicato per il disegno del pavimento nel profilo.

Il **livello di grigio** e la saturazione del colore sono usati nelle mappe di grotta per distinguere simbologie solo in pochi casi. Un azzurro piu' saturato puo' distinguere sifoni da pozze. La stessa distinzione viene convenzionalmente fatta col tratteggio (singoli per pozze, doppio per sifoni).



L'**orientazione** e' usata per direzione dei flussi (aria e acqua), pendenze e salti (pozzi), etc. Le curve di livello hanno un trattino centrale orientato verso il basso. Alternativamente si traccia una freccia nel verso della pendenza.

Il testo dei toponimi dei rami principali puo' essere orientato e seguire l'andamento della galleria. Il testo del toponimo di un elemento limitato puo' esser collegato (associato) a questo la una sottile linea grigia. Il testo della quota su una curva di livello (o a lato della galleria) e' orientato nel verso della pendenza crescente sulle carte topografiche.

Gerarchie visuali.
Le linee che indicano la posizione delle sezioni trasversali non arrivano a toccare il bordo della galleria/pozzo. Lasciando un piccolo spazio, si separa visivamente la linea che fa riferimento alla sezione dalla galleria o del pozzo. Allo stesso modo, se due rami sono sovrapposti nel disegno, il bordo di quello inferiore non arriva a toccare quello superiore, in vista. Il contorno di quello inferiore e' tratteggiato e/o in grigio dove passa sotto a quello superiore. Il livello di grigio e lo spessore delle linee sono due altri attributi che determinano una gerarchia visuale.

Il linguaggio simbolico

La semplificazione della realta' nel contenuto di una mappa si ottiene con la selezione di cosa presentare e cosa tralasciare, e la classazione grafica delle entita' della rappresentazione. Entrambe servono per la leggibilita' della mappa. La classazione serve a riportare similarita' fra le entita' rappresentate. L'adesione ad un linguaggio comune condiviso (simbologia speleologica UIS) aiuta la leggibilita' della mappa: uno speleo abituato a leggere mappe non deve fare lo sforzo mentale per ricordare la semantica dei simboli. La scelta di una simbologia reminescente delle forme reali aiuta il non esperto nella interpretazione del contenuto. In ogni caso una legenda della simbologia usata nella mappa risolve eventuali dubbi. Se la compilazione della mappa utilizza solo la simbologia UIS, si puo' far riferimento ad essa, ma, anche in questo caso, e' buona norma riportare una legenda con la simbologia utilizzata.

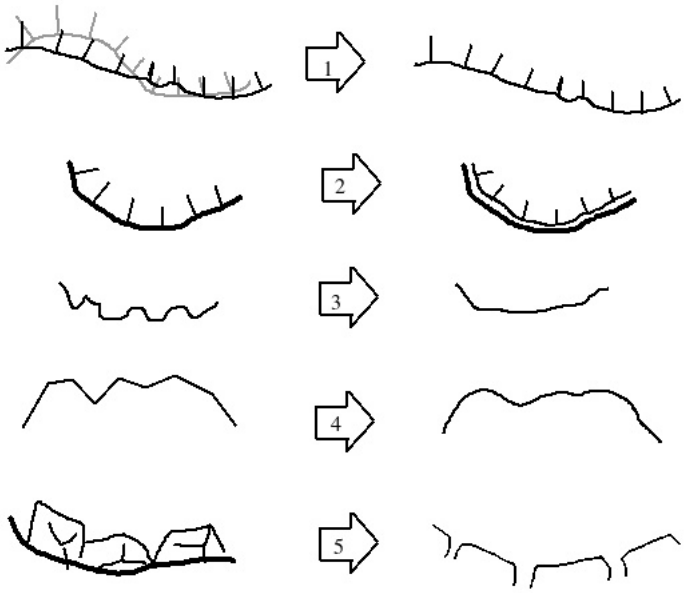
	Punti	Linee	Aree	Testo
selezione	v	v	v	v
semplificazione	iconografia	v	v	v
spostamento	v	v		v
regolarizzazione		v	v	
enfatizzazione		v	v	v
aggregazione	v		v	
soppressione			v	
conversione	ad area		a punto, a linea	
associazione	v			v
abbreviazione	v			P C R T S

La rappresentazione degli elementi grafici e' mirata a favorire la leggibilita'. Questa comporta delle trasformazioni dai dati acquisiti nella grotta (dimensioni metriche, note e schizzi con dettagli). Le trasformazioni di selezione, semplificazione e spostamento sono comuni a punti, linee, aree e testo. Altre trasformazioni di linee e aree sono regolarizzazione ed enfatizzazione. Anche il testo puo' esser enfatizzato. Per le aree si usano anche aggregazione (fusione), dissoluzione (soppressione), conversione a punto oppure a linea. Per i punti associazione, abbreviazione, aggregazione, conversione ad area.

Con la **selezione** si decide cosa rappresentare e cosa escludere. Particolari morfologici, riempimenti, pendenze, posizione degli ancoraggi, dati meteorologici (aria, temperatura), elementi geologici, etc. La scelta di cosa (e come) rappresentare e cosa tralasciare dipende dalle finalita' della mappa.

Mentre in mappe a grande scala si possono disegnare piu' massi in una galleria, in una mappa a piccola scala lo stesso viene indicato da un simbolo a lato della galleria.

In una mappa a grande scala sono indicate le profondita' di tutti i pozzi. In una a piccola scala solo quelle dei pozzi piu' profondi. Ad una scala intermedia vengono indicate anche quelle dei pozzi intermedi, usando una dimensione minore del carattere.



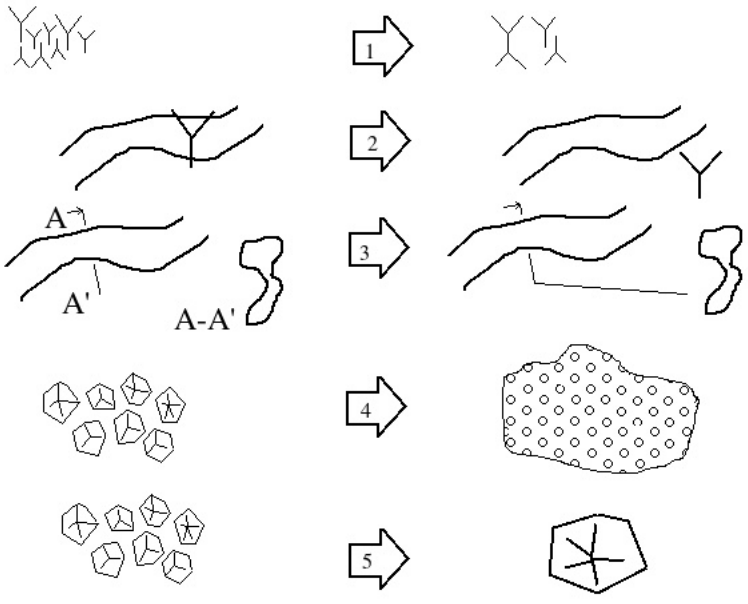
Trasformazioni di linee:
(1) selezione
(2) spostamento
(3) semplificazione
(4) regolarizzazione
(5) enfatizzazione

Gli elementi possono essere semplificati oppure enfatizzati. La **semplificazione** opera una astrazione in quanto riduce i dettagli dell'entita' reale lasciando solo il contenuto generico. Il bordo di un pozzo viene reso, in pianta, selezionando una sola linea (o poche linee) anche se nella realta' il pozzo e' appoggiato.

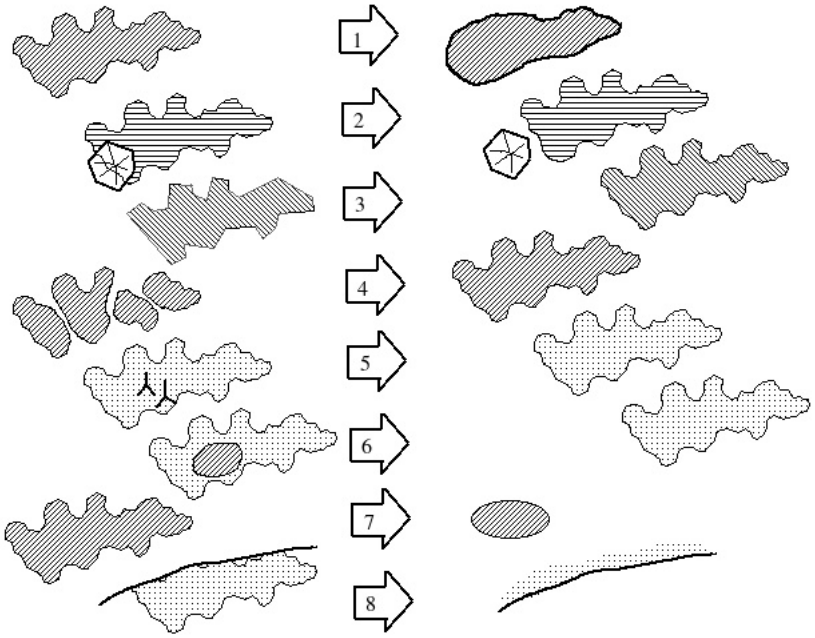
L'iconizzazione e' una semplificazione degli elementi puntuali. Il contorno della grotta e' spesso "interpretato" e semplificato poiche' solitamente le dimensioni di gallerie e pozzi non sono uniformi. L'andamento del contorno non riflette quindi tutte le rientranze delle pareti, ma i contorni vengono tracciati regolarizzati. Tuttavia si sottolineano simbolicamente (enfatizzazione) le caratteristiche: riempimenti e depositi (blocchi, detrito, ghiaccio. etc) e morfologia (v. dopo).
Il contorno delle pozze viene semplificato, tanto che a piccola scala la presenza di una pozza puo' esser indicata solo simbolicamente (conversione a punto). Viceversa, elementi puntuali a grande scala possono essere convertiti, a piccola scala, in un'area resa con colore tenue o tratteggio leggero.

L'**enfatizzazione** evidenzia caratteristiche con forme stilizzate al posto di una descrizione particolareggiata. Per esempio le prosecuzioni vengono ingrandite (in proporzione) nelle mappe a piccola scala, per mantenerne la visibilita'. In mappe a piccola scala un cunicolo o uno stretto meandro vengono "allargati" altrimenti le due linee delle pareti si riducono ad un unico tratto. Parimenti uno stretto passaggio viene disegnato piu' largo di quello che risulterebbe in base alla scala, altrimenti non risulterebbe visibile sulla mappa. La dimensione di gallerie e pozzi lungo le vie principali puo' essere "esagerata" in mappe a piccola scala per aumentarne visibilita' rispetto alle altre gallerie.

Lo **spostamento** di elementi grafici serve a rimuoverne l'interferenza con altri elementi. Sovente i simboli iconografici sono posti a lato della galleria, favorendone la visibilita'. In un ingresso a pozzo la linea che



Trasformazioni di punti:
(1) selezione
(2) spostamento
(3) associazione
(4) conversione ad area
(5) aggregazione



Trasformazioni di aree:
(1) selezione
(2) spostamento (relativo)
(3) regolarizzazione
(4) aggregazione
(5,6) soppressione
(7) conversione a punto
(8) conversione a linea

indica il pozzo viene tracciata all'interno del contorno anziche' sovrapposta ad esso. Selezione e spostamento si applicano anche agli elementi iconografici e alle scritte. Le sezioni trasversali sono piu' leggibili se collegate (associate) da una linea a tratto sottile (o grigia) alla loro posizione in pianta/profilo. Pozzi, risalite, traversi e scivoli hanno abbreviazioni convenzionali, P, R, T, S rispettivamente, come pure il segno '+' per denotare un camino e il segno '−' per un pozzo. Una mappa a grande scala puo' riportare tutti le indicazioni dei pozzi, mentre una mappa a piccola scala riporta solo i pozzi piu' significativi. La prima puo' contenere tutti i toponimi, mentre nella seconda sono riportati solo i principali toponimi.
Le aree possono esser fuse o soppresse oltre che semplificate. Pozze vicine in un mappa a grande scala possono diventare un'unica pozza in una a piccola scala, mentre pozze troppo piccole vengono soppresse completamente.

La scelta del font per il testo e` uniforme su tutta la mappa e coerente fra pianta e profilo. Il font sans-serif risulta piu' pulito e semplice. I testi sono sempre messi vicino al disegno, a lato della grotta e mai all'interno. Se serve (cioe' se devono esser spostati per non interferire con il disegno) vengono **associati** all'elemento cui fanno riferimento con una linea grigia sottile. La dimensione e il peso (typeface) dei testi sono adattati alla importanza degli elementi a cui fanno riferimento. Le dimensioni dei testi sono scelte in base alla scala della mappa. I toponimi dei rami della grotta ne possono seguire l'andamento, posizionati in direzione prevalentemente orizzontale. Quando i caratteri dei nomi sono molto spaziati, rispetto alla loro dimensione, faticano ad esser fusi in una unica parola (o frase). Il testo per gli elementi piu' importanti e' tutto maiuscolo, mentre quello per gli elementi secondari ha solo l'iniziale in maiuscolo. Solitamente il grassetto e' usato solo per il nome della grotta, nell'intestazione della mappa.

Anche per i testi viene fatta una selezione in base alla scala della mappa. La quantita' del testo resta contenuta: il testo e' integrativo al disegno e non sostitutivo ad esso. Un caso in cui il testo risulta essenziale e' quello di un'annotazione importante che sarebbe impossibile descrivere graficamente. Le possibilita' di abbreviazione si riducono alle iniziali per pozzi, camini, risalite, traversi e scivoli (P, C, R, T, S) immediatamente seguiti da un numero che denota la profondita' o la lunghezza.

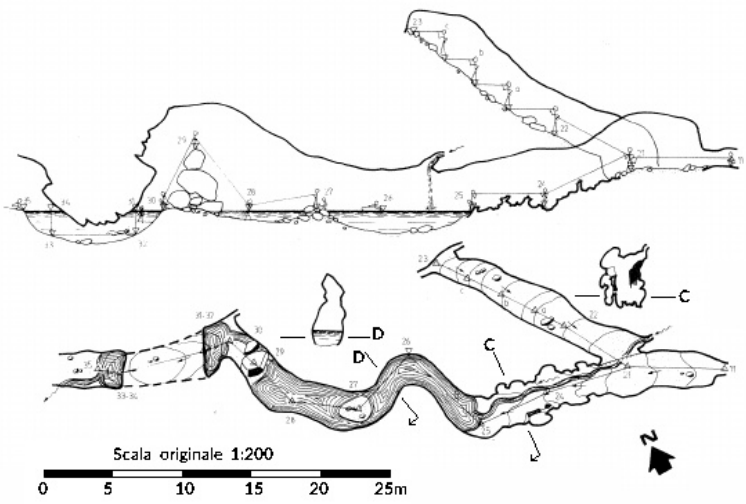
Principi di disegno

Le mappe di grotta, restituzioni dei rilievi, sono una forma di documentazione e comunicazione. Prima di tutto bisogna aver chiaro il messaggio che si vuole comunicare, il contenuto del documento. Questo determina la simbologia che si andra' ad utilizzare, enfatizzando gli elementi piu' salienti.

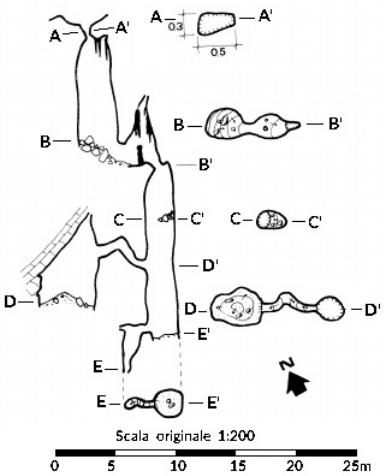
La mappa delle grotte ad andamento orizzontale (o suborizzontale) e' dominata dalla pianta: e' la vista in pianta che maggiormente convoglia la descrizione della grotta, tanto che, per certe grotte, alcuni autori si limitano alla pianta e alle sezioni trasversali, malgrado cosi' facendo si perda la vista dell'andamento verticale della grotta (a questo sopperiscono l'indicazione numerica delle quote). Nelle grotte ad andamento prevalentemente verticale e' il profilo che risulta piu' rilevante. Ciononostante anche in questo caso la pianta e' importante ed essenziale per descrivere come il profilo si svolge nello spazio.

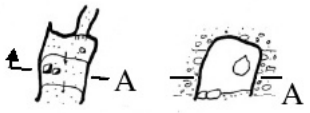
La disposizione degli elementi della mappa sulla pagina e' l'impostazione del contenuto, un po' come i capitoli di un libro sono l'impostazione del contenuto. Alcune scelte vengiono fatte in questa fase.

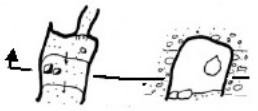
La prima scelta riguarda la **scala** della restituzione, ovvero il dettaglio della mappa. Questa dipende da cio' che si vuole documentare e a chi e' rivolta la comunicazione (catasto, bollettino di gruppo, rivista, etc.).
In base alla scala della restituzione si decide se porre pianta e profilo su un unico foglio o su fogli separati. Il primo caso si adatta a piccole cavita', il secondo a grandi grotte e complessi carsici. In genere, se sola, la pianta viene disegnata con il Nord verso l'alto del foglio. E' ammissibile ruotare la pianta in modo da riempire piu' omogeneamente il foglio. Il profilo viene disegnato con la verticale verso l'alto del foglio. Nal caso di pianta e profilo su un unico foglio, si pone poi il problema di come disporle reciprocamente.

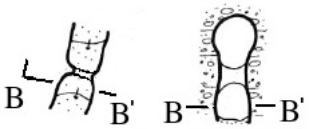


Quando la grotta ha andamento lineare, il profilo viene posto sopra la pianta, disegnato concordemente ad essa: questo facilita il collegamento fra le due viste, nella lettura.
In genere i toponimi sono sufficienti per "collegare" le due viste. Se l'andamento della grotta e' articolato si usano anche lettere (maiuscole in grassetto) poste all'esterno (v. esempio alla pagina 14). E' anche possibile cerchiare le lettere per renderle distinguibili. Toponimi (e lettere) diventano indispensabili quando pianta e profilo sono disegnati su due fogli separati.
La quantita' di toponimi e di elementi di collegamento accessori non deve pregiudicare la leggibilita' della mappa. L'indicazione dei capisaldi e' solitamente eccessiva e di disturbo. Serve solo ai topografi. In genere non ci sono, oppure vengono indicate solo le posizioni di quelli piu' rilevanti.



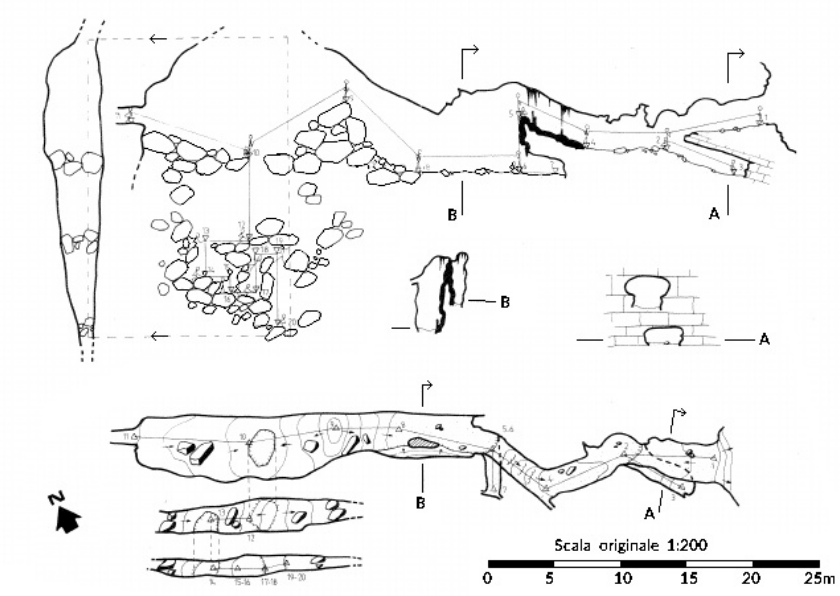






Le sezioni trasversali associate a pianta e/o profilo poste vicino alla vista hanno un collegamento piu' immediato di quello che avrebbero se raccolte in un rettangolo a parte nella pagina, oppure in una pagina separata, ed denotate con lettere. Questo e' soprattutto importante per le sezioni orizzontali dei pozzi che servono a comunicarne la forma, e vengono posizionate vicino al profilo in corrispondenza della loro quota.

Le sezioni orizzontali si intendono viste da sopra come le viste in pianta. Le sezioni trasversali orizzontali sono orientate concordemente rispetto al Nord, e quindi sono corredate dalla freccia del Nord (avendo piu' sezioni trasversali orizzontali, basta una unica freccia di Nord).
Le sezioni trasversali orizzontali non sono sufficienti, assieme al profilo, a descrivere completamente la grotta, perche' manca l'informazione degli spostamenti orizzontali fra una e l'altra. E' quindi necessario fornire anche una pianta schematica, o, meglio se composta dalla principali sezioni - al minimo qualla alla partenza del pozzo e quella della base.



In genere si rende necessario fare una selezione delle sezioni trasversali da porre sulla mappa poiche' troppe sezioni rendono il disegno confuso.
La linea che indica la posizione della sezione nella vista non e' tracciata all'interno della grotta, ma si interrompe un poco prima del contorno. Un tratto o una freccia indica il verso il cui e' vista la sezione. La sezione trasversale puo' esser associata alla linea di sezione con una lettera o una coppia di lettere, e.g. A-A', poste agli estremi della linea e accanto la sezione trasversale (in concordanza con il verso di vista). Alternativamente la linea di sezione puo' esser "connessa" alla sezione trasversale prolungandola con un segmento.
Il verso di vista delle varie sezioni trasversali omogeneo lungo la grotta ne facilita la lettura: e' come se tutte le sezioni di un ramo di grotta fossero viste nel verso (di percorrenza) del ramo. Uno stile omogeneo di notazione delle posizioni delle sezioni in pianta e profilo rende la mappa meno confusa, piu' ordinata e leggibile.

Per quanto possibile, la posizione delle sezioni trasversali e' indicata sia nella pianta che nel profilo, fornendo cosi' un altro elemento di collegamento fra le due viste. In questo caso si rende necessario marcare la linea di sezione con una lettera o una coppia di lettere. Da notare che l'indicazione della sezione con una coppia di lettere definisce implicitamente il verso di vista della sezione, che e' "vista" da sopra il foglio. Tuttavia l'indicazione in pianta/profilo con freccia o trattino ne rende il riconoscimento piu' immediato.

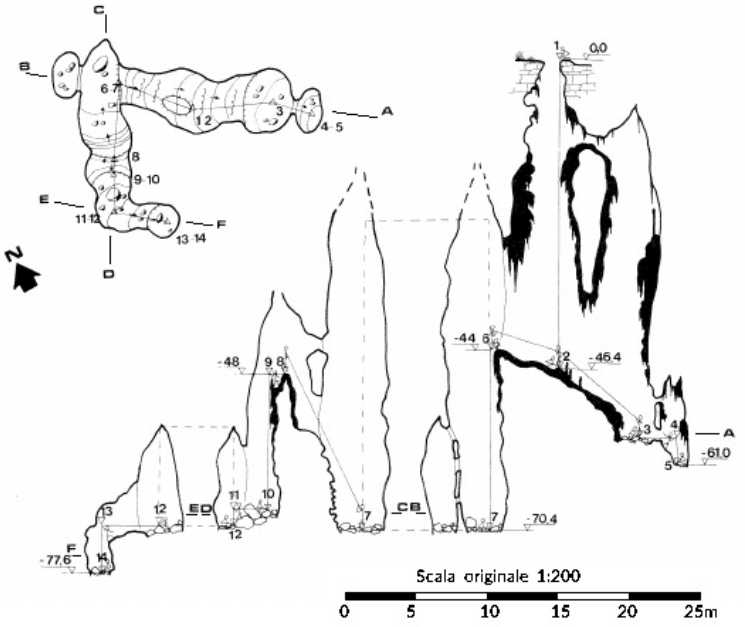
L'esempio della figura sopra mostra un rilievo in cui la pianta e' disegnata in concordanza con il profilo. Nella parte a sinistra la grotta ha uno sfondamento che viene reso in pianta con due

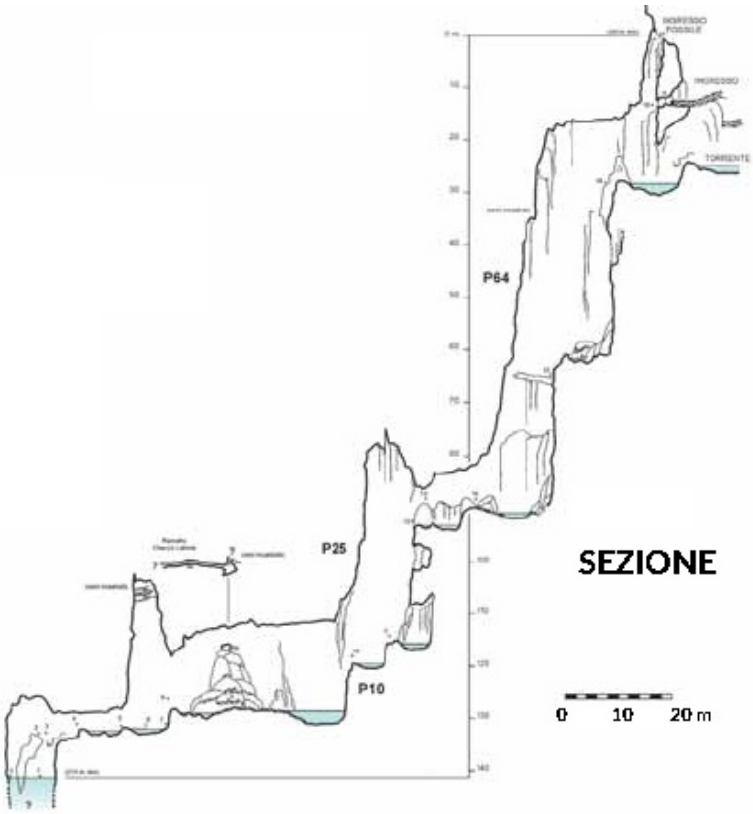
sezioni orizzontali poste sopra la pianta. Da notare la concordanza delle posizioni delle lettere delle sezioni fra vista in pianta e sezione. Inoltre vi e' una sezione trasversale posta a sinistra del profilo. Senza questa verrebbe a mancare l'informazione di come la frattura si sviluppa in nella direzione perpendicolare al profilo.

Da notare che la sezione A taglia due rami e mostra la loro posizione relativa nel piano della sezione.

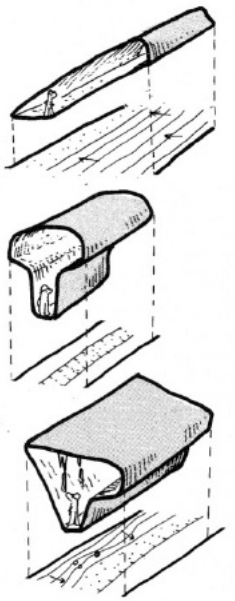
Nell'esempio successivo, la grotta ripiega su se stessa e il profilo e' disegnato come tre sezioni (verticali), giustapposte a seguire l'andamento destra-sinistra della pianta. L'autore usa lettere per identificare i tagli verticali che componegono il profilo, A-B, C-D, e E-F.

Il riferimento verticale.
Per il profilo di grotte molto profonde viene disegnata a lato una linea verticale con tacche indicanti la profondita' (o la quota altimetrica) in multipli di 100 m. Accanto alle tacche viene riportato il valore numerico della profondita' (o della quota). La figura a lato e' estratta da un rilievo.





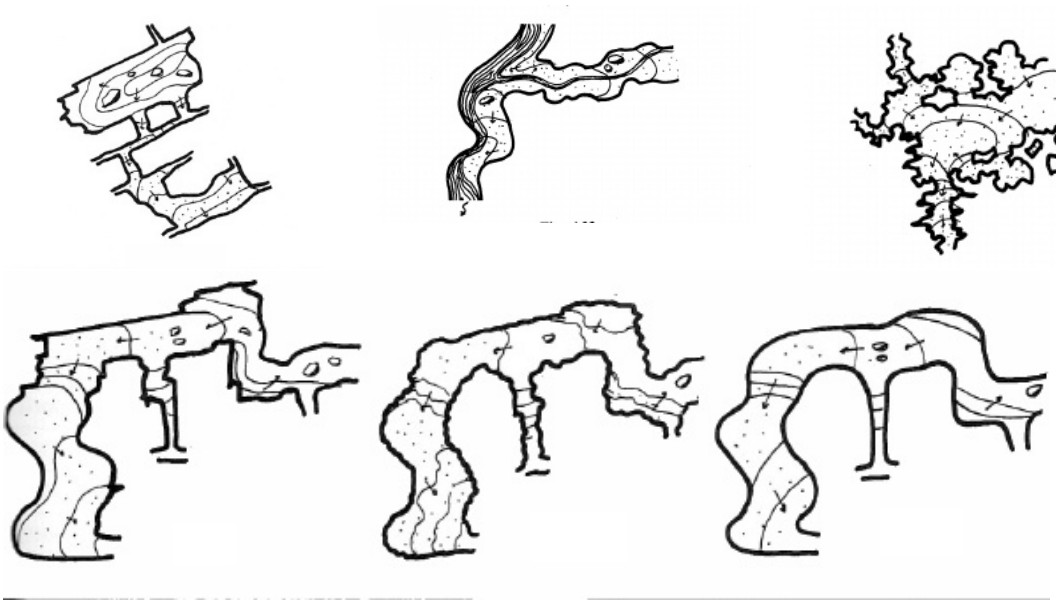
Il contorno- La forma delle pareti



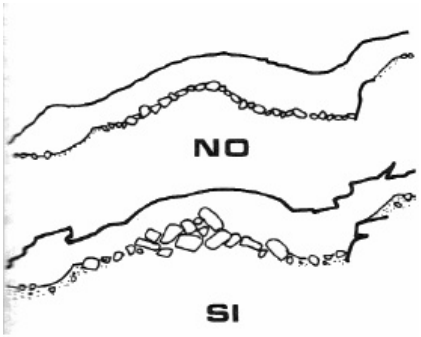
Un elemento imprescindibile nel disegno della mappa di grotta e' in contorno della grotta, le "pareti", ovvero dove finisce il vuoto che e' grotta. Per la pianta il bordo racchiude, teoricamente, l'estensione della projezione sul piano orizzontale dei vuoti che costituiscono la grotta. Sovente, tuttavia, il contorno e' difficile da definire, sia in pianta che in profilo, per cui molto e' lasciato alla libera interpretazione dell'autore del rilievo.

Le morfologie del fondo ("pavimento") e i depositi (massi, ciotoli, argilla, sabbia, acqua) sono rappresentati tramite linee, simboli e colore. La figura a lato mostra delle soluzioni per disegnare la forma del "pavimento".

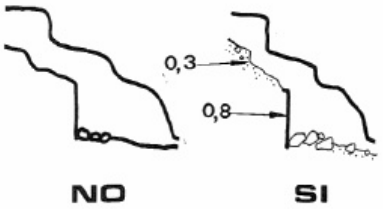
Il modo in cui viene disegnato il contorno puo' rendere la distinzione fra un ambiente clastico con roccia fratturata e bordi ad angoli netti, uno vadoso con forme sinuose e lisce dove, oltre alla dissoluzione, interviene anche l'erosione, e un ambiente di dissoluzione con vacui arrotondati uniti su spigoli vivi. La figura sotto mostra come vengono resi questi tre differenti tipi di bordo.



Nella figura sopra, le pareti (e le altre linee) nel disegno di sinistra mostrano le morfologie delle pareti. Al centro invece sono confuse, come se tracciate con mano tremolante. A destra sono eccessivamente arrotondate, come se la grotta fosse un salsicciotto. La semplificazione eccessiva cancella informazione.



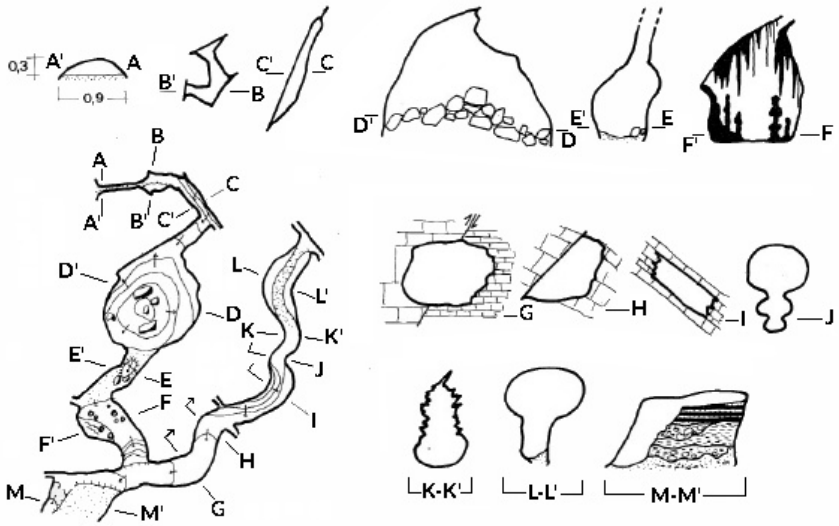
Se il pavimento e' coperto di riempimenti o depositi, il contorno inferiore e' disegnato secondo il riempimento/deposito. Quindi, per esempio, in profilo il fondo di un pozzo costituito da blocchi viene disegnato con blocchi senza la parte inferiore, ad indicare che non e' noto quanto sotto si trovi la roccia (e se sotto non si apra poi un altro pozzo!). Similmente, per i depositi di argilla (che possono avere spessori metrici) e ciotoli (che possono occultare altri riempimenti) si usa una linea sottile.



Nel disegno della pianta, i riempimenti del pavimento, se sono eccessivi, offuscano la lettura di altri elementi. Nella figura una sintesi con solo alcuni blocchi e' sufficiente a far capire che vi sono massi e lascia spazio per rendere la pendenza del pavimento.

NO

SI

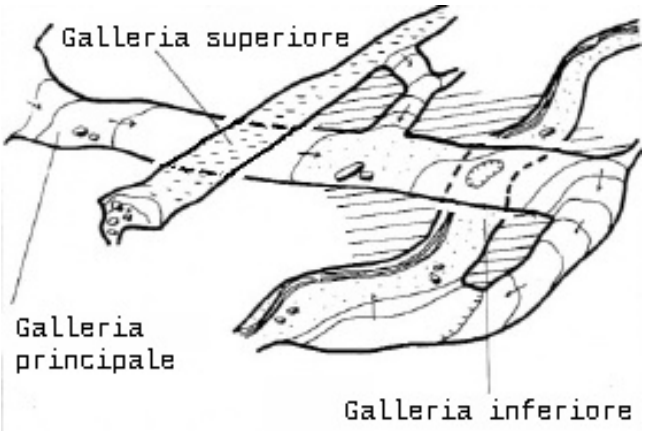


Anche nelle sezioni trasversali, il modo di disegnare il contorno risulta importante per comunicare la morfologia della grotta. La seconda figura mostra alcuni differenti tipi di

- difficolta' di progressione: cunicolo (A), meandro (B), fessura (C)
- forme: saletta con massi di crollo (D), galleria con soffitto impenetrabile (E), sala con concrezioni (F)
- accidenti geologici: faglia (G), diaclasi (H), laminatoio interstrato (I)
- morfologie: buco di serratura (J), approfondimento a partire da fessura a soffitto (K), approfondimento vadoso (L)
- depositi: concrezioni (F), livelli di riempimento (M).

Quando il bordo della grotta non e' chiaramente identificabile, il contorno viene tracciato con una linea tratteggiata. Questo succede spesso nel disegno del profilo, quando e' difficile dire se la volta della grotta e' chiusa oppure no. Nei pozzi sovente non si riesce a vedere se si cela qualcosa dietro una quinta irraggiugibile. In questi casi si ricorre alla linea di contorno tratteggiata.

La forma della pianta - Rami sovrapposti

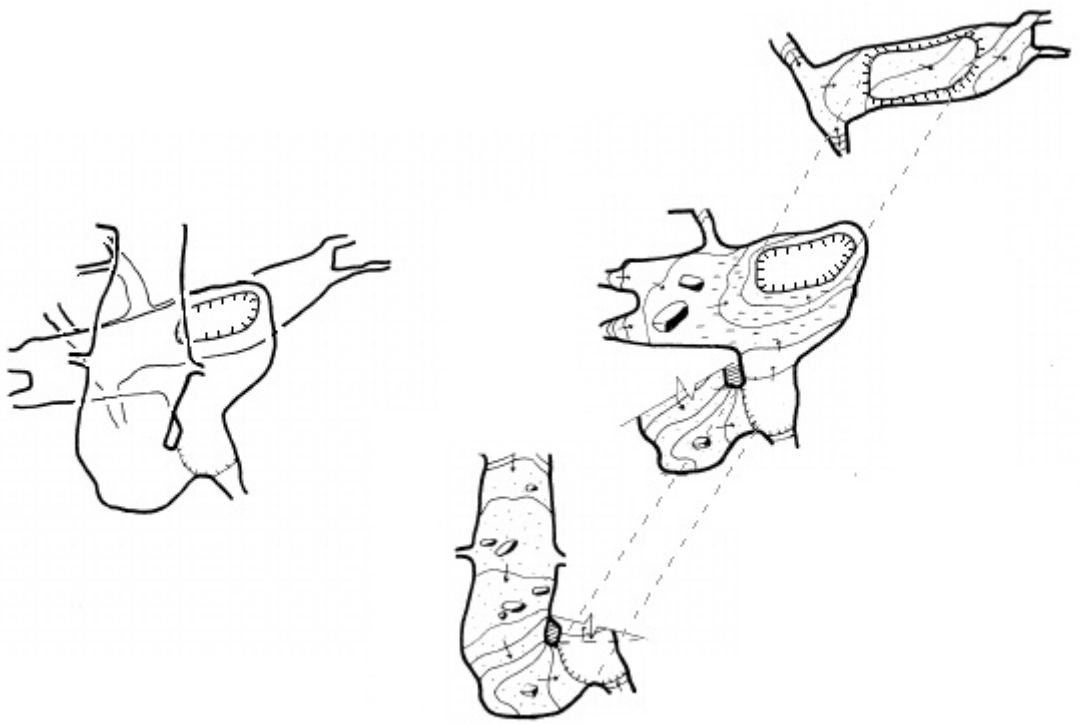


La pianta e' una proiezione sul piano orizzontale. Dato che la grotta si sviluppa in 3 dimensioni, non di rado presenta rami che si proiettano nello stesso punto e quindi sono sovrapposti nella pianta. Ci sono due metodi per disegnare le sovrapposizioni di rami di grotta.

Se i due rami si intersecano in una zona limitata priva di caratteristiche significativamente importanti, si traccia il contorno del ramo inferiore con una linea tratteggiata, come nella figura a lato.

Se invece i rami sono sovrapposti in una zona abbastanza estesa e/o con elementi significativi, si ricorre alla traslazione laterale ("riporto") di uno dei due rami, e si traccia con un tratto sottile nel disegno del ramo non traslato il contorno del ramo traslato, in modo da comunicare la posizione relativa dei due rami in pianta. Per facilitare la lettura della mappa, risulta utile che il disegno di ciascuno dei due rami nella zona di interruzione contenga una piccola porzione dell'altro ramo. Si tracciano una o piu' linee di associazione fra il ramo traslato e l'altro.

In grotte complesse si rende necessario ricorrere piu' volte al riporto di rami o di porzioni di mappa. Un ramo traslato puo' a sua volta contenere "sottorami" traslati. In queste situazioni la leggibilta' migliora se i riporti dei rami (e sottorami) sono concordi, cioe' orientati nella stessa direzione e con i rami traslati organizzati in base alla profondita' o secondo un altro criterio di dipendenza gerarchia. Nella figura sotto, i rami sono traslati seguono in criterio della profondita', con quello superiore in basso a sinistra e quello inferione in alto a destra.



In casi complessi si presenta una pianta globale con i soli contorni della grotta e, separatamente, le diverse porzioni traslate l'una rispetto alle altre, e con le linee di collegamento. Da notare come, nella pianta d'insieme, la gerarchiva visiva, prodotta dai piccoli spazi nelle linee di contorno dove queste toccano il contorno del ramo superiore e dal grigio piu' chiaro, aiuta a percepire la disposizione verticale relativa dei tre rami.

Attenzione viene posta alla coerenza dei simboli fra i simboli nei diversi rami. Per esempio il pozzo nel ramo intermedio in figura viene rappresentato come camino nel ramo sottostante.

Le traslazioni laterali si utilizzano anche nel profilo, soprattutto per grotte con piu' rami disposti lungo una stessa stratificazione. Il riferimento verticale viene mantenuto se si riesce a fare le traslazioni in profilo "orizzontali". A volte questo risulterebbe in una mappa del profilo molto estesa orizzontalmente e si preferisce fare traslazioni lungo una inclinazione sul foglio, e riportare il riferimento verticale per ciascun riporto.

Le gestione delle sovrapposizioni e l'impiego delle traslazioni laterali e' una tecnica che si acquisisce con l'esperienza e facendo molte prove, e analizzandole criticamente. L'utilizzo di programmi per la restituzione di mappe di grotta facilita l'esecuzione di tante prove e lo sviluppo di una buona intuizione per le traslazioni. Anche l'osservazione attenta e l'analisi di molte mappe aiuta a sviluppare questa capacita'.

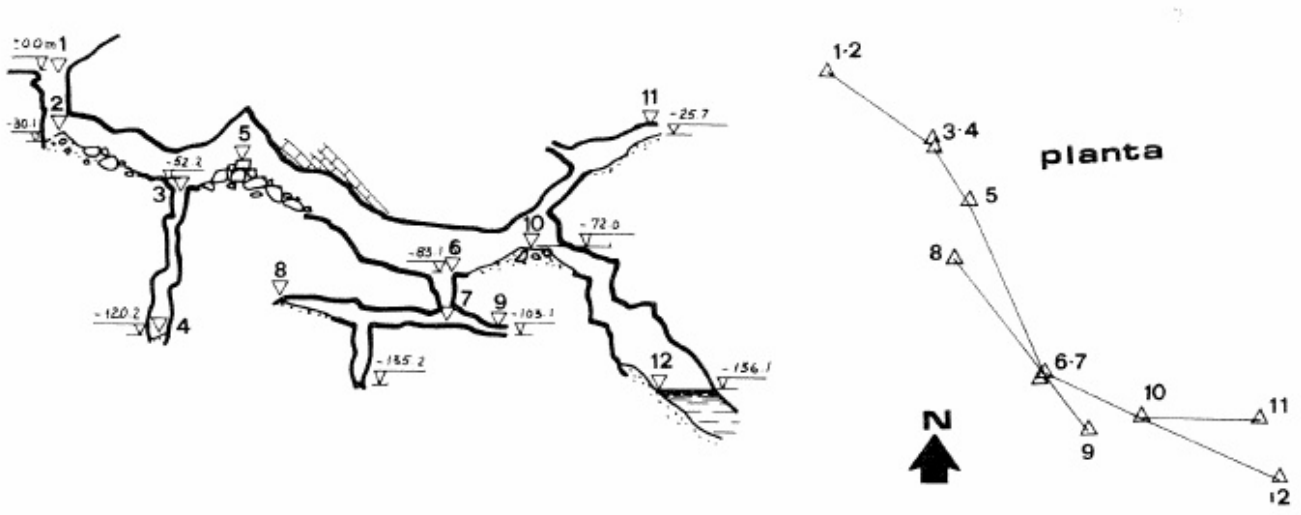
La forma del profilo

L'impostazione del profilo e' determinata da tre scelte:

- orientazione sul foglio dei tratti di grotta in profilo
- riporti di rami sovrapposti
- interruzione di anelli.

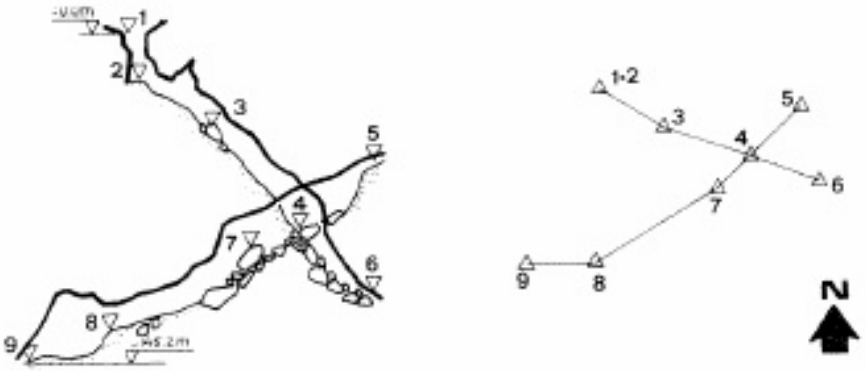
La prima riguarda tutte le grotte. Le altre due solo grotte complesse.

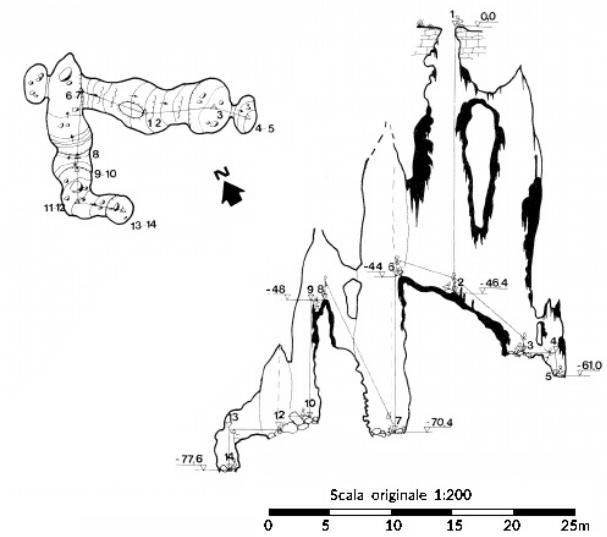
Nell'impostazione del profilo si impone una scelta di orientazione. L'asse orizzontale del profilo corre lungo una cortina che segue l'andamento della grotta. Sul foglio di carta questo puo' essere orientato in due modi: verso destra oppure verso sinistra. Per ogni tratto di profilo si impone la scelta di questa orientazione.
Se la grotta e' semplice si orientano i tratti del profilo in accordo con la "direzione" della grotta (azimut di riferimento). Il profilo risulta un poco stirato rispetto alla pianta, che presenta degli angoli per le variazioni di azimut. La figura sotto mostra un esempio di profilo (e' indicata la proiezione della poligonale in pianta). Tuttavia quando esso viene disposto sopra la pianta risulta abbastanza immediato riconoscere le relazioni fra le due viste (v. figure pp. 11 e 12).

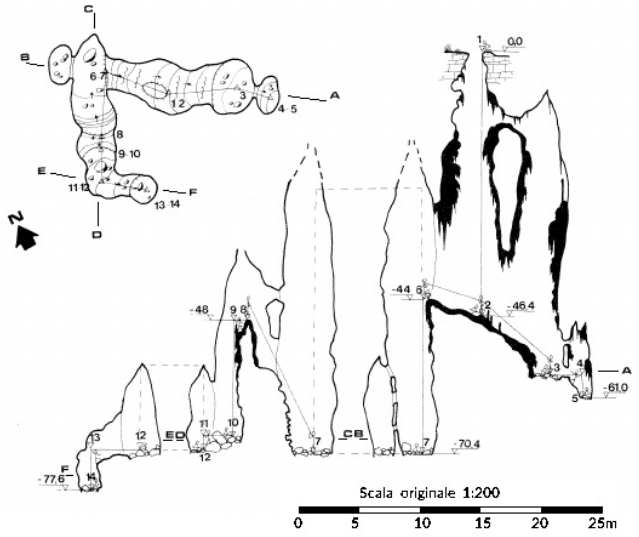


Se la grotta presenta angoli accentuati, il profilo risulta "sviluppato" sul foglio e la relazione fra le due viste puo' esser facilitata con delle lettere (in maiuscolo) poste nei pressi di punti in corrispondenza. Quando gli angoli diventano netti, si puo' anche spezzare il profilo in piu' sezioni trasversali accostate. La figura alla pagina seguente mostra le due soluzioni, profilo longitudinale e sezioni trasversali accostate. Le variazioni di direzione delle grotta sono sovente associabili alla litologia, e una scelta opportuna delle orientazioni puo' convogliare questa informazione.

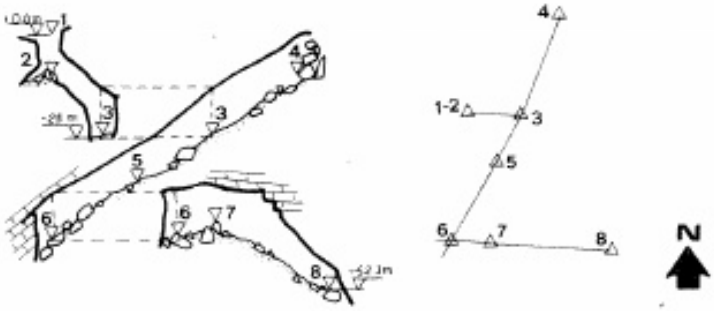
Non appena la grotta presenta dei bivi incominciano i problemi, Se i due rami che dipartono da un bivio hanno pendenze abbastanza diverse si riesce a rappresentarli entrambi, con una limitata (porzione di) sovrapposizione, come nella figura a lato.







Quando invece le pendenze dei due rami (e di quello che arriva al bivio) sono simili e la sovrapposizione sarebbe tale da confondere gli elementi della mappa e renderla meno chiara, bisogna "riportarne" uno lateralmente. La scelta di come spezzare la grotta nel disegno del profilo e' ancora piu' difficile di quella dei riporti in pianta, tantopiu' che e' legata alle scelte di orientazione sul foglio dei tratti di profilo.

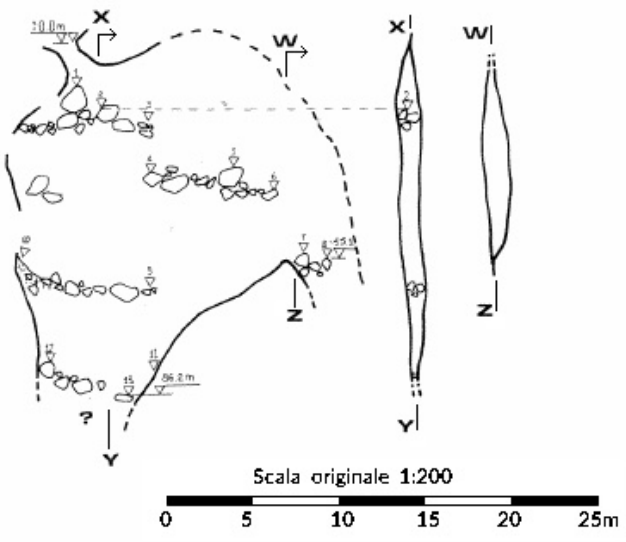


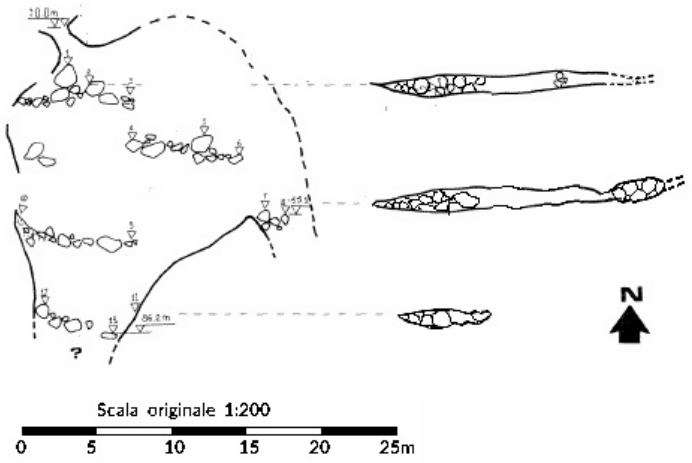
La scelta delle orientazioni e dei riporti e' basilare per determinare la leggibilita' (comprensibilita') della mappa del profilo. Come per la pianta, anche per questa e' necessaria una buona esperienza che si acquisisce facendo tanti rilievi, facendo prove e studiando criticamente le soluzioni adottate da altri speleocartografi.

Come se non bastasse, il profilo presenta un'ulteriore difficolta'. Quando la grotta ha anelli, cioe' percorsi chiusi, solitamente questo "non si chiudono" nel profilo, poiche' lo sviluppo della parte di anello orientata a destra difficilmente e' (approssimativamente) uguale a quello della parte orientata a sinistra, anche perche' queste orientazioni sono sovente dettate dall'esigenza di rendere il disegno comprensibile.

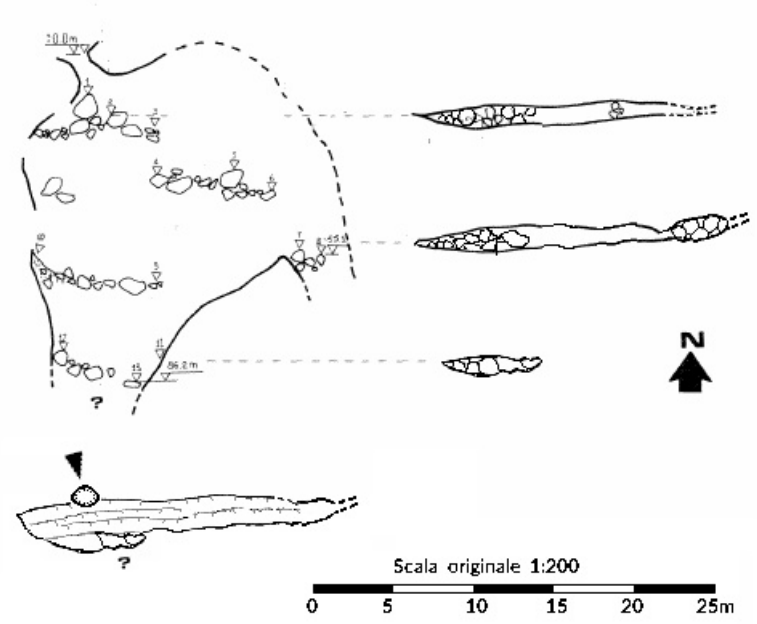
La soluzione e' "spezzare" l'anello, ovvero interromperlo con un taglio e indicare che le due estremita' del taglio coincidono tracciando una o due sottili linee di collegamento in grigio. Ovviamente le due estremita' del taglio devono risultare alla stessa quota, e la linea di collegamento risulta orizzontale (a meno che un taglio si trovi su un riporto rispetto all'altro, e il riporto non sia orizzontale; tuttavia questa soluzione introduce confusione nella mappa).

La scelta di come effettuare questi "tagli" e di come disporre le parti dell'anello e' un'ulteriore elemento di complessita' nella stesura del profilo, che si acquisisce attraverso l'esperienza e lo studio dei rilievi fatti pubblicati.





Il disegno del profilo di una spaccatura stretta e lunga, da solo, non convoglia la forma della grotta e deve esser associato a sezioni trasversali che indicano l'ampiezza.
Analoga situazione succede per i pozzi impostati su frattura. La pianta (e sezioni orizzontali) possono sopperire a fornire questa informazione, come mostrato nelle figure sopra.Tuttavia, in entrambi i casi manca l'informazione di come la grotta si sviluppa in una direzione, orizzontale nell'esempio di sinistra, perpendicolare al foglio in quello di destra. In sostanza manca l'informazione contenuta nella pianta (v. figura sotto).



Per continuare ...

Molto si impara studiando rilievi pubblicati.

In Italia si possono consultare i numeri di "Speleologia" disponibili in rete, oltre a quelli di altri bollettini: "Progressione", "Grotte", "Talp", "Speleologia Emiliana", etc.. Inoltre e' bene guardare, oltre ai rilievi recenti, anche a quelli vecchi, che si possono trovare sulle vecchie riviste, per vedere come e' cambiato il modo di documentare la grotta (ad esempio "Grotte d'Italia", "Atti e Memorie della Commissione Grotte E. Boegan", "Speleologia Sarda"/"Sardegna Speleologica" ...).

Inoltre diversi catasti regionali sono liberamente consultabili in rete. Sono una fonte di un gran numero di rilievi, recenti e anche meno recenti.

E' altrettanto utile confrontare gli approcci in diverse nazioni. Ad esempio, per la Francia si puo' spulciare "Spelunca", per la Spagna "Andalucia Subterranea" (entrambe disponibili in rete). Per gli Stati Uniti val la pena di guardare i rilievi presentati alla competizione del Cartographic Saloon dell'incontro nazionale della NSS (National Speleological Society).

Ma questo non sostituisce la pratica. Quindi e' importante fare rilievi. Riguardarli con occhio critico, dopo qualche tempo, chiedersi come si sarebbe potuto fare meglio per renderli piu' comprensibili e piu' comunicativi. E' utilissimo farli vedere ad altri, chiedere loro cosa ne pensano, e soprattutto cosa trovano difficile da capire, cosa non va.

Poi ci sono e testi di topografia ipogea. Sono perlopiu' vecchiotti, ma per disegnare un rilievo bisogna andare in grotta, prendere i dati, fare gli schizzi, e, una volta a casa, usare dati e schizzi per disegnare la mappa. Quindi e' necessario conoscere i fondamentali della tecnica topografica ipogea. Il "Manuale di Rilevo Ipogeo" di F. Bagliani, M. Comar, F. Gherbaz e G. Nyussdorfer (1992) resta ancora il testo di riferimento in lingua italiana, anche se in seguito sono stati prodotti altri testi in italiano.

Infine, e' utile consultare i libri di cartografia, perche' le mappe di grotta sono "mappe cartografiche", e vi ci possono trovare consigli inestimabili su come presentare le informazioni nella mappa per migliorarne la comunicativita'.